

German Patent Application  
No. 103 34 565.5  
Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha  
30952P DE/PRgh

**TRANSLATION OF THE CLAIMS OF GERMAN PATENT**

**NO. DE 40 41 567 C2**

1. A worm gear mechanism including a worm wheel and a worm meshing with said worm wheel, said worm gear mechanism having the following features:

(a) the worm (15) consists of two worm parts (16, 17) which are divided at a central front-end plane (21) intersecting the worm wheel axis and which are adjustable relative to each other in order to compensate for play;

(b) the worm tooth (22, 23) of each worm part (16, 17) has a working flank (25, 31) part of which presses against at least one worm wheel tooth (11, 12, 13, 14) in the direction of a line of action (29, 33), the lines of action (29, 33) of both worm parts (16, 17) intersecting at a pitch point (34) in the front-end plane (21);

(c) the worm tooth (22, 23) of each worm part (16, 17) has a non-working flank (26, 32) which lies opposite the working flank (25, 31) and is spaced a distance from the worm wheel tooth resting against the working flank in each case;

(d) the profiles of the worm tooth (22, 23) and of the worm wheel tooth (11, 12, 13, 14) have a positive addendum modification, causing the pitch point (34) between the reference circle (38) and the tip circle (36) of the worm (15) to be so located that the pitch point (34) is displaced from the tip circle (36) by a distance (35) of up to 60 per cent of the distance (37) between the reference circle (38) and the tip circle (36),

**characterized in that**, in the region of the tip circle (36) up to the distance of displacement (35) and radially outwardly of the pitch line of engagement (39), the working flank (25, 31) of each worm tooth (22, 23) has a portion (40, 42) which extends to the outside (24) of the tip and is rounded.

2. A worm gear mechanism according to claim 1, characterized in that the portion (42) has a radius of about 50 to 70 per cent of the distance of displacement (35).

3. A worm gear mechanism according to claim 1, characterized in that the portion (40) is gently rounded compared to the standard-profile worm tooth (12) *[sic]*.

4. A worm gear mechanism according to claim 1, characterized in that the pitch point (34) is displaced from the tip circle (36) by a distance (35) of about 10 to 20 per cent of the distance (37) between the reference circle (38) and the tip circle (36).

5. A worm gear mechanism according to claim 1, characterized in that the spine angle of each worm tooth (22, 23) is greater than its pressure angle.

6. A worm gear mechanism according to claim 5, characterized in that the spine angle of each worm tooth (22, 23) is several times the size of the pressure angle.

7. A worm gear mechanism according to claim 6, characterized in that the spine angle is approximately twice the size of the pressure angle.



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 40 41 567 C 2

61 Int. Cl. 7:  
F 16 H 55/22  
F 16 H 57/12

21 Aktenzeichen: P 40 41 567.8-12  
22 Anmeldetag: 22. 12. 1990  
43 Offenlegungstag: 25. 6. 1992  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 7. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Zahnradfertigung Ott GmbH u.Co KG, 72411  
Bodelshausen, DE

74 Vertreter:

Kinkelin, U., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 71065  
Sindelfingen

72 Erfinder:

Zug, Josef, 7454 Bodelshausen, DE; Ott, Gerhard,  
7454 Bodelshausen, DE

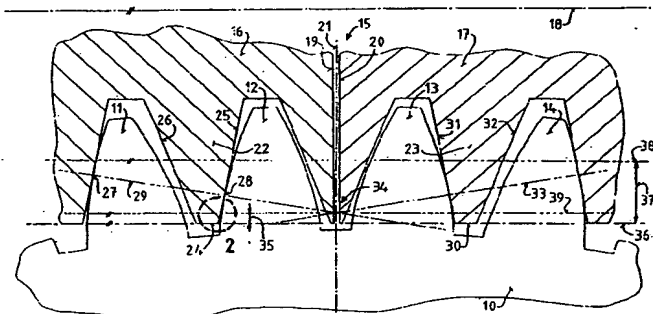
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE-PS 21 17 520  
DE-PS 16 25 123  
DE-PS 7 13 837  
JP 54-1 44 543

54 Schneckengetriebe

57 Schneckengetriebe mit einem Schneckenrad und einer  
damit in Eingriff stehenden Schnecke, mit folgenden  
Merkmale:

- a) die Schnecke (15) besteht aus zwei an einer die Schneckenradachse schneidenden mittleren Stirnebene (21) geteilten Teilschnecken (16, 17), die zwecks Spielausgleich gegeneinander einstellbar sind,  
b) der Schnecken Zahn (22, 23) jeder Teilschnecke (16, 17) hat eine Arbeitsflanke (25, 31), die bereichsweise in Richtung einer Eingriffslinie (29, 33) auf zumindest einen Schneckenradzahn (11, 12, 13, 14) drückt, wobei sich die Eingriffslinien (29, 33) beider Teilschnecken (16, 17) in der Stirnebene (21) in einem Wälzpunkt (34) kreuzen,  
c) der Schnecken Zahn (22, 23) jeder Teilschnecke (16, 17) hat eine zur Arbeitsflanke (25, 31) gegenüberliegende Rückenflanke (26, 32), die zu dem jeweils an der Arbeitsflanke anliegenden Schneckenradzahn einen Abstand aufweist,  
d) das Profil von Schnecken Zahn (22, 23) und Schneckenradzahn (11, 12, 13, 14) weist eine positive Profilverschiebung auf, wodurch der Wälzpunkt (34) zwischen dem Mitlenkreis (38) und dem Kopfkreis (36) der Schnecke (15) derart liegt, daß der Wälzpunkt (34) im Verschiebungsabstand (35) von bis zu 60% des Abstandes (37) zwischen Mitlenkreis (38) und Kopfkreis (36) vom Kopfkreis entfernt ist,  
dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich vom Kopfkreis (36) bis zum Verschiebungsabstand (35) die Arbeitsflanke (25, 31) jedes Schnecken Zahnes (22, 23) radial auswärts von der Wälzgeraden (39) einen zur Kopfaußenseite (24) reichenden Abschnitt (40, 42), der als Abrundung ausgebildet ist, aufweist.



NOT AVAILABLE COPY

DE 40 41 567 C 2

DE 40 41 567 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schneckengetriebe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiges Schneckengetriebe ist beispielsweise in der DE-PS 713 837 beschrieben. Dieses Schneckengetriebe weist ein Schneckenrad auf, welches von einer Schnecke getrieben wird. Um Herstellungsungenauigkeiten zu überwinden ist vorgesehen, daß der Überdeckungsgrad vergrößert wird und der Wälzpunkt auf der Schnecke nach außen verlagert wird.

Der Übergang von der Kontaktzone der Arbeitsflanke zur äußeren Begrenzungsfläche hat die Form einer wendelförmigen scharfen Kante, wobei sich im Zusammenhang mit der Erfindung gezeigt hat, daß diese scharfe Eingriffskante einen starken Verschleiß der Schneckenradzähne verursacht.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Schneckengetriebe mit verbesserten Laufeigenschaften und länger vorhaltender Genauigkeit des eingestellten Spieles zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der Effekt der in Anspruch 1 angegebenen Wälzpunktanordnung ist der, daß die Kontaktzone des Schneckenrades nicht bis zum Kopfkreis reicht. Somit verbleibt ein darüber hinaus radial weiterführender Bereich der Arbeitsflanke, der nicht mit den Schneckenradzähnen in Berührung kommt. Dieser vorgelagerte Bereich entspricht daher in der Wirkung einer sanften Verrundung der bisherigen scharfen Eingriffskante, auch wenn die gesamte Arbeitsflanke als kontinuierliche Fläche mit dem für die Schnecke üblichen Verfahren hergestellt wird. Wenn der Übergang von der Arbeitsflanke zur äußeren Begrenzungsfläche weiterhin scharfkantig ist, hat dies keinen nachteiligen Einfluß, weil diese Kante nicht mehr als Eingriffskante fungiert.

Zufolge des Wegfalls einer scharfen Eingriffskante reduziert sich der Verschleiß und ein einmal eingestelltes Spiel zwischen Schnecke und Schneckenrad bleibt über längere Zeit erhalten. Auch läuft das Getriebe sanfter und ruhiger und ein Schmierfilm zwischen den aufeinander gleitenden Flanken wird weniger beeinträchtigt.

Die Eingriffslinie versteht sich als Normale zur jeweiligen Eingriffsfläche, das heißt, der momentan jeweils berührenden Flächen von Schneckenradzahn und Schneckenradzahn. Dabei schneidet die Eingriffslinie diese Eingriffsfläche im Flächenzentrum, was bedeutet, daß die Flächenpressung gleichmäßig verteilt wird. Mit der angegebenen Wälzpunktanordnung wird diese Symmetrie beibehalten. Würde man hingegen bei konventioneller Wälzpunktanordnung lediglich die Eingriffskante verrunden, so würde dies die Eingriffsfläche einseitig bezüglich der Eingriffslinie reduzieren.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung einer zur Kopfaußenseite reichenden Abrundung ist ermöglicht, daß die Abrundung außerhalb der Eingriffsfläche liegt und die Symmetrie zur Eingriffslinie nicht stört. Dadurch werden die Laufeigenschaften verbessert. Eine solche Abrundung ist auch für die Ausbildung eines Schmierfilms förderlich.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, sowie aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 einen vergrößerten Querschnitt im Bereich des Eingriffs von Schnecke und Schneckenrad,

Fig. 2 eine Ausschnittsvergrößerung des in Fig. 1 mit 2 bezeichneten Kreisbereichs, wobei die Schraubdrehung der Schnecke fortgesetzt wurde,

Fig. 3 eine gegenüber der Fig. 2 abgewandelte Ausführungsform.

Der allgemeine mechanische Aufbau eines Schneckengetriebes ist an sich bekannt (z. B. DE-PS 21 17 520 oder JP-54-144543) und braucht daher nicht besonders dargestellt zu werden. Wesentlichste Bestandteile sind ein Schneckenrad 10, von dem in Fig. 1 nur ein Sektor mit vier Schneckenradzähnen 11, 12, 13 und 14 gezeichnet ist, sowie eine Schnecke 15, die in bekannter Weise aus zwei Teilschnecken 16 und 17 besteht. Die Teilschnecken 16, 17 (von denen auch nur Abschnitte gezeichnet sind) sind miteinander um eine gemeinsame Achse 18 drehbar, deren räumliche Lage in Fig. 1 nur schematisch angedeutet ist. Ihre einander zugewandten Stirnflächen 19, 20 befinden sich in einem kleinen Abstand beidseits einer dazwischen etwa mittig liegenden Stirnebene 21, die die nicht im Bereich der Fig. 1 befindliche Schneckenradachse schneidet.

Die Teilschnecke 16 hat an ihrem Umfang einen wendelförmigen Schneckenradzahn 22, der in die Lücken zwischen den Schneckenradzähnen 11, 12 und 13 ragt. Die Teilschnecke 17 hat einen ebensolchen, dazu die Fortsetzung bildenden Schneckenradzahn 23, der in die Lücken zwischen den Schneckenradzähnen 12, 13 und 14 ragt.

Das Zahnprofil des Schneckenrades 22 ist als schiefes Trapez gestaltet, mit einer achsparallelen Kopfseite 24, einer nach rechts radial einwärts reichenden geraden Arbeitsflanke 25 und einer nach links radial einwärts reichenden geraden Rückenflanke 26. Den Winkel, den die Arbeitsflanke 25 zur Stirnebene 21 einschließt, nennt man Eingriffswinkel, der im Ausführungsbeispiel  $10^\circ$  beträgt. Den Winkel zwischen der Stirnebene 21 und der Rückenflanke 26 nennt man Rückenwinkel, der hier  $20^\circ$  beträgt, so daß die Rückenflanke 26 mit der Arbeitsflanke 25 einen Profilwinkel von  $30^\circ$  einschließt. Die an sich bekannte und nach den Grundsätzen für "Verzahnung" hergestellte Form der Schneckenradzähne bewirkt, daß die (wendelförmig sich erstreckende) Arbeitsflanke 25 den Schneckenradzahn 11 an dem Berührungspunkt 27 berührt und den Schneckenradzahn 12 an dem Berührungspunkt 28. Diese beiden idealisiert als Punkte betrachteten Stellen liegen auf der sogenannten Eingriffslinie 29, die senkrecht zur Arbeitsflanke 25 steht (gesehen im Achsschnitt nach Fig. 1). Praktisch erfolgt die Berührung flächenhaft an den Berührungspunkten 27, 28 umgebenden Eingriffsflächen. Die Eingriffslinie 29 versteht sich daher als Normale zu den Eingriffsflächen.

Das Zahnprofil des Schneckenrades 23 ist dazu spiegelsymmetrisch, mit einer von einer achsparallelen Kopfseite 30 nach links reichenden geraden Arbeitsflanke 31 und einer nach rechts reichenden geraden Rückenflanke 32. Die Berührung zwischen der Arbeitsflanke 31 und den Schneckenradzähnen 13, 14 erfolgt an einer Eingriffslinie 33.

Die Arbeitsflanke 25 drückt in der Ansicht von Fig. 1 auf die linken Flanken der Schneckenradzähne, während die Arbeitsflanke 31 auf die rechten Flanken drückt. Indem die beiden Teilschnecken 16, 17 relativ zueinander verdreht oder verschoben werden, kann man das Getriebeispiel völlig aufheben oder ein definiertes Spiel einstellen, wobei dann die Eingriffslinien 29, 33 die Kraftübertragungsrichtung alternativ je nach Drehrichtung zeigen.

Die Eingriffslinien 29, 33 kreuzen einander im sogenannten Wälzpunkt 34, der auch auf der Stirnebene 21 liegt. Dieser Wälzpunkt 34 liegt um einen Verschiebungsabstand 35 radial weiter einwärts als der Kopfkreis 36, an dem die Kopfseiten 24 und 30 liegen. Dieser Verschiebungsabstand 35 kann etwa 10 bis 60%, im Allgemeinen bis 20%, des Abstandes 37 betragen, der zwischen dem Kopfkreis 36 und dem sogenannten Mittenkreis 38 (bei halber Höhe des Schneckenradzahnprofils) besteht.

Die Lage des Wälzpunktes 34 wird somit im wesentlichen durch die Höhe der Schnecken­zähne 22, 23 und die Größe der Eingriffswinkel ihrer Arbeitsflanken 25, 31 bestimmt. Wenn das Zahnprofil gerade Flanken aufweist, wie gezeichnet, sind auch die Eingriffslinien 29, 33 Gerade, so daß die Verhältnisse einfach überschaubar sind. Es versteht sich jedoch, daß auch andere Zahnprofile vorgesehen werden können, so etwa, indem die Schnecke als Hohlflankenschnecke ausgebildet wird (z. B. wie bei der einteiligen Schnecke gemäß DE-PS 16 25 123). In diesem Fall ist die Eingriffslinie gekrümmt. Entscheidend ist in diesem Fall, daß das Profil so gestaltet wird, daß der Wälzpunkt 34 innerhalb der Schnecken­zahn­höhe liegt.

Durch den Wälzpunkt 34 und parallel zur Achse 18 verläuft die sogenannte Wälzgerade 39. Der Berührungspunkt 28 zwischen der Arbeitsflanke 25 und dem Schneckenradzahn 12 liegt in der gezeichneten Stellung noch erheblich radial einwärts von der Wälzgeraden 39. Aber es ist leicht einzusehen, daß bei fortschreitender Schraub­drehung der Schnecke 15 dieser Berührungspunkt, da er längs der Eingriffslinie 29 wandert, auf keinen Fall radial außerhalb der Wälzgeraden 39 liegen kann. Infolgedessen liegt der über die Wälzgerade 39 hinausragende Bereich der Arbeitsflanke 25 außerhalb der möglichen Positionen eines Berührungspunktes.

Die Fig. 2 zeigt eine Detailvergrößerung des in Fig. 1 eingekreisten Bereichs des Schneckenradzahnes, wobei angenommen sei, daß die Schraub­drehung der Schnecke gegenüber dem in Fig. 1 gezeigten Zustand so weit fortgeschritten ist, daß der Berührungspunkt 28 die größtmögliche Annäherung an die Wälzgerade 39 erreicht hat. Der Berührungspunkt 28 kann nämlich die Wälzgerade 39 nicht völlig erreichen, denn dies könnte nur im Wälzpunkt 34 der Fall sein, der aber außerhalb der räumlichen Ausdehnung des Schnecken­zahnes 22 liegt.

Wie die Fig. 2 erkennen läßt, entspricht der von der Wälzgeraden 39 radial auswärts reichende Teil 40 der Arbeitsflanke 25 in der Wirkung einer sanften Verrundung gegenüber dem standardmäßig profilierten Schneckenradzahn 12. Die scharfe Kante 41 am Übergang von der Arbeitsflanke 25 zur Kopfseite 24 berührt selbst in dieser Extremposition nicht die Flanke des Schneckenradzahnes 12.

Da die Berührung nicht punktförmig, sondern zufolge der Elastizität von Schnecken­zahn 22 und Schneckenradzahn 12 flächenhaft stattfindet, erstreckt sich die Eingriffsfläche vom Berührungspunkt 28 aus je nach den Materialeigenschaften und dem vom Schnecken­getriebe zu übertragenden Drehmoment mehr oder weniger weit bis zur Wälzgeraden 39 und eventuell auch etwas darüber hinaus. Mit der vorhin angegebenen Größe des Verschiebungsabstandes 35 ist sichergestellt, daß die Eingriffsfläche nicht bis zur Kante 41 reicht.

Weil der Teil 40 nichts mehr zur Kraftübertragung beiträgt, kann man hier, wie in Fig. 3 angedeutet, auch eine Rundung 42 ausbilden, wobei deren Radius 43 etwa 50 bis 70% des Verschiebungsabstandes 35 nicht überschreiten sollte. Dies stellt nämlich sicher, daß eine genügend große Eingriffsfläche vorhanden ist, auch wenn sich die berührenden Flanken im Lauf der Zeit etwas abnutzen. Die Abrundung 42 fördert vorwiegend die Ausbildung eines Schmierfilmes zwischen den Eingriffsflächen.

Das Profil der Schnecken­zähne 22, 23 ist, wie bei geteilten Schnecken üblich, so ausgebildet, daß die Rückenflanken 26, 32 einen Abstand zu den Flanken der Schneckenrad­zähne einhalten, um eine Nachstellung zum Spielausgleich zu ermöglichen.

1. Schnecken­getriebe mit einem Schneckenrad und einer damit in Eingriff stehenden Schnecke, mit folgenden Merkmalen:

- a) die Schnecke (15) besteht aus zwei an einer die Schneckenradachse schneidenden mittleren Stirnebene (21) geteilten Teilschnecken (16, 17), die zwecks Spielausgleich gegeneinander einstellbar sind,
- b) der Schnecken­zahn (22, 23) jeder Teilschnecke (16, 17) hat eine Arbeitsflanke (25, 31), die bereichsweise in Richtung einer Eingriffslinie (29, 33) auf zumindest einen Schneckenradzahn (11, 12, 13, 14) drückt, wobei sich die Eingriffslinien (29, 33) beider Teilschnecken (16, 17) in der Stirnebene (21) in einem Wälzpunkt (34) kreuzen,
- c) der Schnecken­zahn (22, 23) jeder Teilschnecke (16, 17) hat eine zur Arbeitsflanke (25, 31) gegenüberliegende Rückenflanke (26, 32), die zu dem jeweils an der Arbeitsflanke anliegenden Schneckenradzahn einen Abstand aufweist,
- d) das Profil von Schnecken­zahn (22, 23) und Schneckenradzahn (11, 12, 13, 14) weist eine positive Profilverschiebung auf, wodurch der Wälzpunkt (34) zwischen dem Mittenkreis (38) und dem Kopfkreis (36) der Schnecke (15) derart liegt, daß der Wälzpunkt (34) im Verschiebungsabstand (35) von bis zu 60% des Abstandes (37) zwischen Mittenkreis (38) und Kopfkreis (36) vom Kopfkreis entfernt ist,

**dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich vom Kopfkreis (36) bis zum Verschiebungsabstand (35) die Arbeitsflanke (25, 31) jedes Schnecken­zahnes (22, 23) radial auswärts von der Wälzgeraden (39) einen zur Kopfaußenseite (24) reichenden Abschnitt (40, 42), der als Abrundung ausgebildet ist, aufweist.

2. Schnecken­getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschnitt (42) einen Radius von etwa 50 bis 70% des Verschiebungsabstandes (35) mißt.
3. Schnecken­getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschnitt (40) als sanfte Verrundung gegenüber dem standardmäßig profilierten Schnecken­zahn (12) ausgebildet ist.
4. Schnecken­getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wälzpunkt (34) im Verschiebungsabstand (35) von etwa 10 bis 20% des Abstandes (37) zwischen Mittenkreis (38) und Kopfkreis (36) vom Kopfkreis entfernt ist.
5. Schnecken­getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückenwinkel jedes Schnecken­zahnes (22, 23) größer ist als sein Eingriffswinkel.
6. Schnecken­getriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückenwinkel jedes Schnecken­zahnes (22, 23) ein Mehrfaches so groß ist, wie der Eingriffswinkel.
7. Schnecken­getriebe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückenwinkel etwa doppelt so groß ist, wie der Eingriffswinkel.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

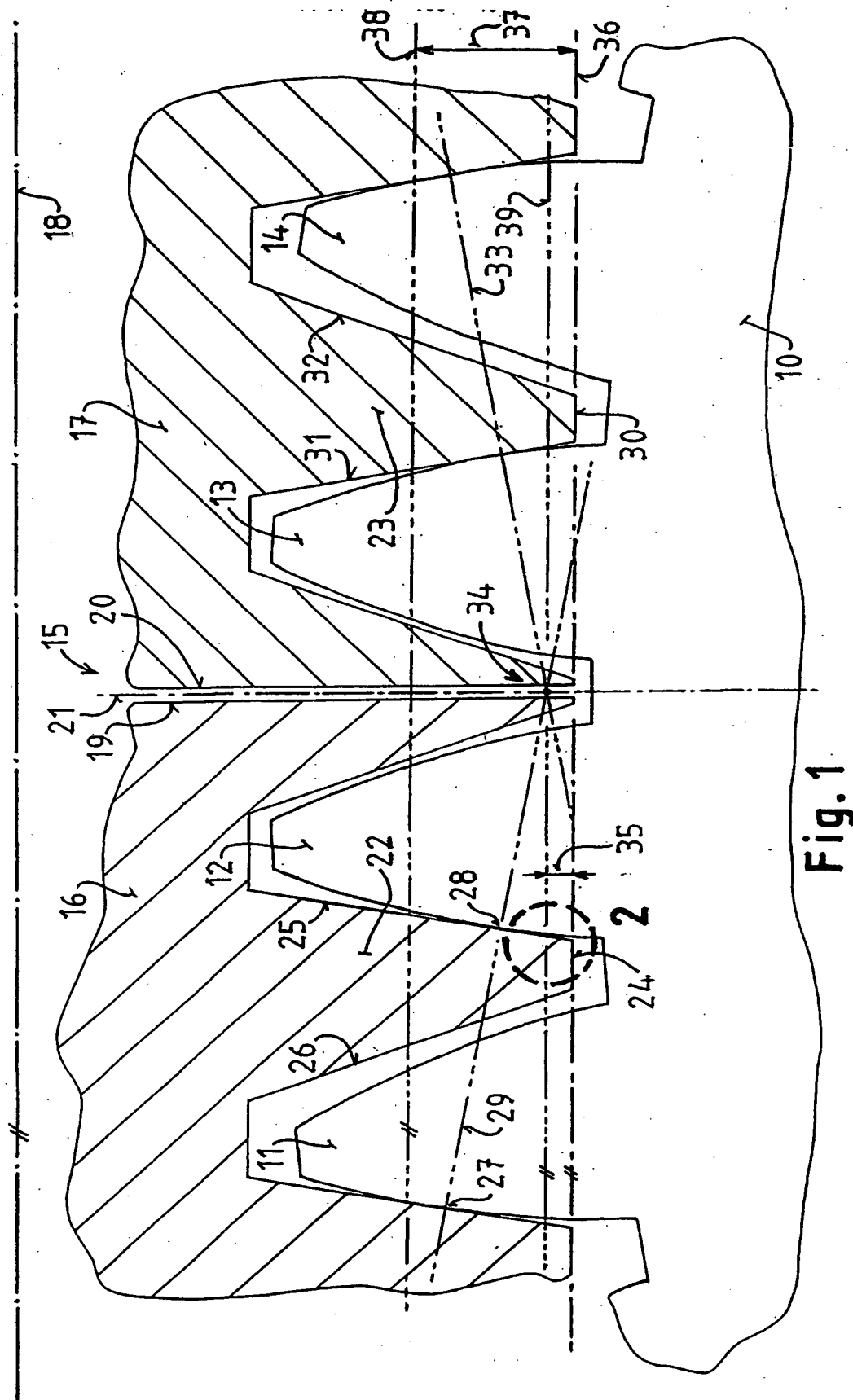


Fig. 1

